



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

치의학박사 학위논문

디지털 파노라마방사선영상의  
해상도와 임상영상화질간의 관계 및  
평가자가 미치는 영향

Relationship between resolution and  
clinical image quality and effect of  
evaluator competency in digital  
panoramic radiography

2015년 2월

서울대학교 대학원  
치 의 과 학 과 구강악안면방사선학 전공  
강 태 인

# 디지털 파노라마방사선영상의 해상도와 임상영상화질간의 관계 및 평가자가 미치는 영향

지도교수 최 순 철

이 논문을 치의학박사학위논문으로 제출함

2014년 10월

서울대학교 대학원

치위과학과 구강악안면방사선학 전공

강 태 인

강태인의 치의학박사학위논문을 인준함

2014년 12월

위 원 장 \_\_\_\_\_ (인)

부 위 원 장 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

국문초록

## 디지털 파노라마방사선영상의 해상도와 임상영상화질간의 관계 및 평가자가 미치는 영향

강 태 인

서울대학교 대학원 치의과학과 구강악안면방사선학 전공  
(지도교수 최 순 철)

### 1. 목 적

본 연구의 목적은 디지털 파노라마방사선영상의 해상도와 임상영상화질을 비교하고, 파노라마방사선영상의 화질 평가에 평가자의 역량이 미치는 영향을 알아보는 것이다.

### 2. 재료 및 방법

디지털 파노라마방사선장비의 해상도 평가를 하기 위해 5조각으로 분리시킨 해상도측정팬텀을 말발굽 모양의 팬텀 거치대에 위치시켜 성인 남성 프로토콜에 따라 촬영하였다. 각 촬영장비에 거치대를 장착시킨 후 전치부에 조각난 해상도팬텀 5개를 하나씩 위치시켜 촬영하여 5매의 팬텀영상을 얻었다. 동일한 방법으로 소구치부, 대구치부, 악관절부의 팬텀영상을 얻어, 각 촬영장비 당 모두 20매의 팬텀영상을 얻었으며, 36대의 촬영장비에서 총 720매의 영상을 얻어 분석에 사용하였다. 해상도팬텀영상을 얻은 디지털 파노라마방사선장비에서 기촬영된 환자의 파노라마

방사선영상을 무작위로 5매씩 총 180매를 선정하였다. 해상도팬텀영상과 임상파노라마방사선영상을 구강악안면방사선과 교수 3인의 판정자 그룹이 평가하여 그 각각에 대한 표준값을 정하였으며, 해상도와 임상영상화질을 비교하였다. 구강악안면방사선과 전공자 그룹 5인과 비전공자 그룹 5인으로 구성된, 총 10인의 평가자들이 각각 해상도팬텀영상과 임상파노라마방사선영상을 평가하여 판정자 그룹의 표준값과 비교하였다.

### 3. 결 과

판정자 그룹이 평가한 파노라마방사선장비의 해상도는 1.8~3.4lp/mm 사이로 나타났으며, 평균은 2.84lp/mm였다. 판정자 그룹이 평가한 임상파노라마방사선영상의 임상화질평가의 총점은 40~100점 사이였으며, 평균은 73.97점이었고, 75%에 해당하는 총점은 84점이었다. 전반적 화질 평가에 따라 분류된 네 그룹(좋은, 보통, 나쁘지만 진단 가능한, 진단 불가능한) 영상 간 해상도와 화질 평가 점수는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ). 치과대학병원의 파노라마방사선장비에서 획득한 임상영상화질의 총점은 치과의원의 파노라마방사선장비에서 획득한 임상영상화질의 총점보다 통계적으로 유의하게 높았다. 전반적 화질등급과 평가표 항목간 상관관계 분석 결과 해면골 골소주의 관찰과 영상의 전반적인 선예도 또는 해상도 항목이 전반적 화질등급과 아주 강한 상관관계를 나타내었다. 평균 해상도와 임상영상화질평가의 총점은 통계학적으로 유의하게 약한 상관관계를 나타내었다.

해상도 평가에서는 구강악안면방사선과 전공자 그룹과 비전공자 그룹 모두에서 판독자 내 일치도와 판독자간 일치도가 높게 나타났다. 임상영상평가표의 개별 항목에서는 구강악안면방사선과 전공자 그룹에서 판독자 내, 판독자간 일치도가 적절하였으나, 비전공자 그룹에서는 일치도에 차이가 심했고, 판독자간 일치도는 대부분 나쁘게 나타났다. 임상영상평가표의 총점에서는 구강악안면방사선과 전공자 그룹에서 판독자 내, 판독자간 일치도가 매우 높았으나, 비전공자 그룹에서는 일치도에 차이가 심하게 나타났다.

#### 4. 결 론

해상도 평가는 비전공자인 치과의사가 주기적으로 검사하기에 충분할 것으로 생각되나, 임상영상평가는 훈련된 구강악안면방사선과 전문의 및 전공자들의 평가가 필요하다.

이러한 해상도 평가와 임상영상화질 평가를 통한 영상 화질 관리는 구체적이고, 체계적인 파노라마방사선영상 화질평가를 가능케 할 것이며, 궁극적으로 영상검사의 질 확보, 의료 수준의 향상, 방사선 피폭 감소 등의 긍정적 결과를 가져올 것이다.

---

주요어 : 파노라마방사선사진, 화질평가, 관찰자 차이

학 번 : 2005-30732

## 목 차

I. 서론	-----	1
II. 국내외 연구동향	-----	4
III. 연구재료 및 방법	-----	7
IV. 연구결과	-----	19
V. 고찰	-----	39
VI. 결론	-----	46
VII. 참고문헌	-----	47

Abstract

## 표 목차

Table 1. Clinical image quality evaluation chart. -----	16
Table 2. Line pair values of digital panoramic radiography. -----	20
Table 3. Line pair values between university dental hospital and dental clinic. -----	20
Table 4. Line pair values between DR type and CR type. -----	20
Table 5. Line pair values among the DR and CR type of university dental hospital, and DR type of dental clinic -----	21
Table 6. Mean values and standard deviation of total score of overall image quality grade. -----	24
Table 7. Meaningful differences among the total score of the overall image quality grade group to the one-way ANOVA results. -----	25
Table 8. Total score of clinical image quality evaluation between university dental hospital and dental clinic. -----	25
Table 9. Total score of clinical image quality evaluation between DR type and CR type. -----	25
Table 10. Total score of clinical image quality evaluation among the DR and CR type of university dental hospital, and DR type of dental clinic. ---	26
Table 11. Mean values and standard deviation of total score of clinical image quality evaluation among the model group of panoramic radiography unit. -----	27
Table 12. Meaningful differences among the total score of clinical image quality evaluation of model group of panoramic radiography unit to the	



one-way ANOVA results. -----	28
Table 13. Mean values and standard deviation of total score of clinical image quality evaluation among the company group of panoramic radiography unit. -----	29
Table 14. Meaningful differences among the total score of clinical image quality evaluation of model group of panoramic radiography unit to the one-way ANOVA results. -----	29
Table 15. Spearman Correlation coefficients among each subscale of clinical image quality evaluation chart and overall image quality grade group. --	30
Table 16. Meaningful differences among the average line pair value of the overall image quality grade group to the one-way ANOVA results. ----	32
Table 17. Pearson's correlation analysis between total score and overall image quality grade group. -----	33
Table 18. Intra-observer reliability in line pair evaluation. -----	35
Table 19. Inter-observer reliability in line pair evaluation. -----	35
Table 20. Intra-observer reliability in total score of clinical image quality evaluation. -----	37
Table 21. Inter-observer reliability in total score of clinical image quality evaluation. -----	37
첨부 1. 임상영상화질평가표(한글 번역본) -----	38

## 그림 목차

Figure 1. Spatial resolution test phantom.	----- 9
Figure 2. Phantom stand.	----- 9
Figure 3. The reproduction of attenuation by skull and soft tissue.	----- 10
Figure 4. Line pair phantom images of four regions.	----- 11
Figure 5. Each image of the resolution phantom cut into five pieces.	--- 12
Figure 6. Total score distribution in clinical image quality grade.	----- 24
Figure 7. Average line pair value distribution in clinical image quality grade.	----- 32

## I. 서론

치의학에서 가장 중요한 진단 도구 중 하나인 방사선검사는 현재 일반 치과 진료에서 활발하게 사용되고 있으며 2013년 식품의약품안전처(식약처)의 보고에 의하면 2012년 치과진단용촬영장치는 3만대가 넘게 보급되었다.<sup>1</sup> 특히 치근단방사선영상과 파노라마방사선영상이 일반적으로 이용되고 있으며, 최근에는 디지털 방사선장비의 빠른 보급으로 인해 방사선영상에 대한 접근과 이용이 훨씬 간편해졌다. 치과에서의 파노라마 방사선검사는 급격히 증가하고 있으며, 앞으로도 더욱 그 수요가 증대되고, 증대된 수요만큼 진단과 치료에서 그 역할이 높아질 것이다.

파노라마방사선검사는 상,하악골 및 안면 구조를 연속된 한 장의 방사선사진으로 보여주어 치과의료기관에 처음 내원한 환자의 전반적 평가 및 증상이 있는 환자의 진단 목적으로 주로 사용된다.<sup>2</sup> 미국과 유럽 등의 구강악안면방사선학회에서도 치과의료기관에 내원한 환자의 전반적 평가 목적으로 파노라마방사선영상을 추천하고 있으며 관심부위의 구내 방사선영상이나 그 외의 검사를 추천하고 있다.<sup>3,4</sup>

파노라마방사선장비는 단층 촬영의 원리와 스캐닝의 원리가 혼합된 것으로 관찰하고자 하는 악골이 정확한 상층에 위치되지 않으면 진단적 가치가 적은 영상을 얻게 된다.<sup>5</sup> 이는 양질의 파노라마방사선영상을 얻기 위해서 촬영자가 다른 일반 방사선 촬영보다 더욱 신경을 써야 한다는 의미이다.

1983년 영상판을 센서로 사용하여 reader기를 통해 디지털 영상을 획득하는 computed radiography(CR)가 소개되어 보급이 시작된 후 1987년 charge-coupled device(CCD) 센서를 이용하여 실시간으로 디지털 영상을 획득할 수 있는 direct radiography(DR)가 개발됨으로써 현재 이 두 가지 타입의 디지털 파노라마방사선장비가 보편적으로 사용되고 있다. 디지털 파노라마방사선장비가 널리 보급되고 보편화되어 전반적인 파노라마방사선장비들의 수준은 더욱 높아졌고, 그로 인해 양질의 영상을 쉽게 얻을 수 있게 되었다. 그러나 영상 화질을 유지하고 관리하는

적절한 정도관리체계가 아직 정립되어 있지 않다.

영상의학검사의 정도관리란 장비와 연관된 문제점들이 영상에 해로운 영향을 미치기 전에 장비의 성능검사 및 영상의 화질평가를 통해 문제점을 파악하고 교정함으로써, 적절한 영상화질을 유지하고 획득하는 것을 의미한다.<sup>6</sup> 이러한 과정들을 효과적으로 수행하기 위해선 공인된 검사방법과 기본적인 실행 기준이 있어야 한다. 뿐만 아니라 이러한 검사를 통해 발견된 문제점을 교정할 수 있는 과정과 이후 재확인할 수 있는 제도가 있어야 한다. 그 동안 대한영상의학회에서는 영상의학검사에 관한 정도관리의 필요성과 법제화 필요성을 계속해서 제기하였으며, 2003년부터 “특수의료장비의 설치 및 운영에 관한 규칙”이 제정, 공포되어 정도관리의 체계화가 법제화를 통해 가능하게 되었다.<sup>7</sup>

현재 국내에서 모든 진단에 사용되는 진단용 엑스선 발생장치는 ‘진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙(보건복지부령 제185호)’에 의하여 신고 및 안전관리 되고 있으며,<sup>8</sup> 실제 촬영된 영상의 화질을 평가하는 화질관리는 한국의료영상품질관리원에서 실시하고 있다. 그 대상은 현재까지는 의과 병, 의원에서 사용하는 진단 영상 검사들 중 많이 사용되거나 관리가 어려운 검사인 자기공명영상촬영장치, 전산화단층촬영장치, 유방촬영용장치로 한정되어 있으며, 파노라마방사선영상은 그 대상에 포함되어 있지 않다.<sup>9</sup> 치과에서 사용되고 있는 진단용 방사선검사들의 화질 평가 기준 및 정도관리기준은 마련되어 있지 않아 파노라마 방사선검사 및 구내방사선검사의 정도관리가 필요한 상황이다.

2009년에 한국 식품의약품안전청(식약청)에서 치과진단용 방사선 영상평가 검사기준에 관한 연구가 발표된 이래,<sup>10</sup> 파노라마방사선영상의 화질 평가에 대한 연구가 진행되었다. 파노라마방사선영상의 화질 평가에는 팬텀을 촬영한 파노라마방사선영상을 평가하는 객관적 화질 평가와 환자의 파노라마방사선영상을 평가자가 평가하는 주관적 화질 평가가 있다. 기존의 연구에서 표준 악궁을 재현한 팬텀과 해상도팬텀이 개발되었으며, 화질 평가 방법과 임상영상화질평가표가 제시되었다.<sup>10-14</sup>

본 연구에서는 국내 디지털 파노라마방사선영상의 해상도 및 임상영상 화질 평가 결과를 비교하고, 파노라마방사선영상의 화질 평가에 평가자

의 역량이 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

## II. 국내외 연구동향

### 1. 국내 연구 동향

#### 1) 파노라마방사선영상의 정도관리 및 화질관리 연구 동향

현재 국내의 파노라마방사선영상의 정도관리는 장비에 대한 검사만 법으로 정하고 있다. ‘진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙’에 따라 치과진단용 엑스선 발생장치에 대해 최초 설치 후 3년마다 정기검사를 받도록 규정되어 있다. 정기검사 항목은 모두 방사선 발생장치에 대한 것으로 임상영상화질에 대한 부분은 마련되어 있지 않다.<sup>8</sup>

2009년 식약청 주관으로 시행한 치과에서의 진단 영상 검사에 대한 평가 가이드라인에 대한 연구에서 처음으로 임상화질평가표를 사용하여 파노라마방사선영상에 대한 화질 평가가 시행되었고,<sup>10</sup> 또한 치과X선 검사에서의 환자선량 권고량 마련을 위한 연구가 있었다.<sup>15</sup> 2012년 최다혜<sup>11</sup>는 한국인의 표준 악궁을 기준으로 제작한 팬텀 거치대와 해상도팬텀을 개발하고 파노라마방사선영상의 영상평가 방법 및 임상영상화질평가표를 제시하였다. 2012년 최다혜<sup>11</sup>는 처음으로 파노라마방사선장비의 해상도를 전치부, 소구치부, 대구치부, 악관절부로 나누어 측정하여 대부분의 해상도가 2.5lp/mm 이상을 나타내었다고 보고하였고, 해상도와 임상화질평가의 화질등급과는 상관관계를 보이지 않았으나 임상화질평가 점수와 화질등급간에는 유의미한 상관관계를 보였다고 하였다. 2012년 최보람 등<sup>12</sup>의 연구에서는 국내치과병원 및 의원에서 수집한 288매의 파노라마방사선영상을 14인의 구강악안면방사선과 전문의 및 전공자가 임상영상화질평가표에 의해 평가하여, 화질에 특히 영향을 미치는 요인이 촬영시 환자의 위치와 영상의 흑화도, 선예도, 대조도라고 보고하였다. 2013년 최다혜 등<sup>13</sup>은 팬텀을 이용하여 임상적으로 적절한 화질을 보이는 파노라마방사선영상의 기준이 되는 해상도(reference line pair)를 전치부에서는 3.19lp/mm, 소구치와 악관절부에서는 2.32lp/mm, 대구치에서는 1.88lp/mm로 제시하였다. 2013년 최보람<sup>14</sup>은 286매의 파노라마방사선영상을 3인의 구강악안면방사선과 전문의 및 전공자가 함께 기존의 파노

라마방사선영상의 임상영상화질평가표들로 분석하여 좀 더 객관적이고 신뢰할 만한 새로운 임상영상화질평가표를 제시하였다. 2013년 최보람<sup>14</sup>은 국내 치과병원과 의원에서 보내준 286매의 파노라마방사선영상의 전반적 화질 수준을 알아보았으나, 치과의원에서 보내는 영상을 대상으로 하여 영상의 무작위성에는 의문을 가지게 한다. 지금까지의 연구는 영상 화질 평가시 사용되는 팬텀이나 임상영상화질평가표의 개발 등에 집중되어 있었으며, 파노라마방사선영상의 화질 평가시 평가자의 영향에 대해 분석한 연구는 발표되지 않았다. 또한, 치과대학병원과 치과의원의 파노라마방사선영상의 화질을 비교한 연구도 없었다.

## 2) 의과 영상의 정도관리 및 화질관리 연구 동향

1999년 대한방사선의학회에서 방사선과 진료 표준집 발간<sup>16</sup>을 시작으로 이후 다양한 의료 방사선영상에 대해 정도관리 및 화질 실태조사에 관한 연구 및 학회의 의견 발표가 계속되었다.<sup>17-29</sup> 이러한 연구의 결과로 2003년 1월 ‘특수의료장비의 설치 및 운영에 관한 규칙’이 시행되어 자기공명영상촬영장치, 전산화단층촬영장치, 유방촬영용장치에 대한 임상 영상 검사가 법제화되었다. 이들 정도관리는 한국의료영상품질관리원에서 시행되고 있다. 일반촬영과 가장 유사한 유방촬영용 장치에 대한 검사항목을 보면 인력검사, 정도관리기록검사, 팬텀영상검사, 임상영상검사 등으로 이루어져 비교적 체계적으로 관리되고 있다.<sup>30,31</sup>

## 2. 국외 연구 동향

### 1) 유럽 파노라마방사선영상 화질 연구

2000년 국제전자공학위원회(International Electrotechnical commission, IEC)에서는 팬텀을 이용한 파노라마방사선장비의 평가방법을 제시하여 해상도와 대조도의 측정 방법을 구체적으로 설명하였으며,<sup>32</sup> 이를 기반으로 2009년 독일에서 ‘진단용 방사선장비의 영상화질평가’를 발간하여 독일이 최소로 요구하는 파노라마방사선장비의 해상도를 규정하였다.<sup>33</sup>

2004년 ‘치과방사선학에서 방사선방어에 대한 유럽의 지침’에서 비교적 자세히 영상화질에 대한 평가 방법 및 기준을 제시하고 있다.<sup>34</sup> 여기서 제공한 ‘파노라마방사선영상의 품질기준’을 보면 적절한 환자 준비 및 지시, 적절한 환자 위치, 적절한 해부학적 구조 포함, 좋은 대조도, 카세트 및 증감지에 문제가 없음, 적절한 현상과 암실 운영으로 나누어 평가하였다. 영상의 평가는 ‘훌륭한(excellent, no fault)’, ‘적절한(acceptable, some faults but not affecting image interpretation)’, ‘부적절한(unacceptable, faults leading to the radiograph being unsuitable for interpretation)’으로 간단히 평가되어야 하나, 부적절한 화질을 보이는 방사선영상의 이유를 기록하는 것이 중요하다고 하였다.<sup>34</sup>

## 2) 미국 파노라마방사선영상 화질 연구

① 2001년 Conference of Radiation Control Program Directors에서 제시한 진단용방사선의 정도관리의 치과 기관 부분에서 치과방사선장비들의 정도관리에 대해 상세히 제시하였다.<sup>35</sup> 하지만 장비와 필름, 암실 등의 기계 및 주변 환경에 대한 항목이 대부분이고, 영상 화질에 대한 항목은 ‘화질이 적절한 수준에서 유지되고 있는가?’ 뿐이다.

② 2006년 National Council on Radiation Protection and Measurements의 정도관리 부분에서 장비 관리, 필름 현상, 영상 수용기, 암실 관리, 납방어복과 갑상선보호대, 문서화, 화질 관리 과정에 대해 설명하고 있으나 역시 구체적 화질 평가의 기준은 제시하지 못하였고, 디지털 방사선장비의 정도관리에 대한 필요성만을 언급하였다.<sup>36</sup>



### III. 연구재료 및 방법

#### 1. 해상도팬텀영상의 수집

디지털 파노라마방사선장비를 구비하고 있는 치과대학병원과 치과의원에서 해상도팬텀영상을 촬영하였다. 촬영에 사용된 디지털 파노라마방사선장비는 총 36대였으며, 치과대학병원의 장비는 11대, 치과의원의 장비는 25대였다. 치과대학병원의 파노라마방사선장비는 CR 타입이 6대, DR 타입이 5대였으며, 치과의원의 파노라마방사선장비는 25대 모두 DR 타입이었다. 36대의 파노라마방사선장비는 7개의 제조사 제품이었으며, 모델명으로 분류하였을 때 총 15종이었다. 제조년도는 2001년에서 2014년으로 다양하였다.

해상도팬텀영상 촬영은 2012년 최다혜<sup>11</sup>의 프로토콜에 따랐다.

##### (1) 해상도팬텀과 팬텀 거치대

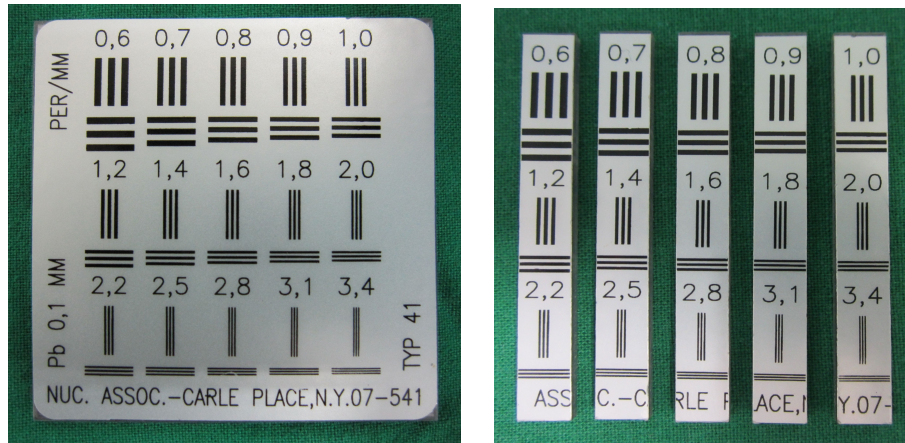
2012년 최다혜<sup>11</sup>에 의해 개발된 해상도팬텀과 팬텀 거치대를 사용하였다. 사용된 해상도팬텀은 Nuclear Associates model high precision X-ray test pattern 07-541(Fluke Biomedical, New York, NY, USA)를 6.0mm×49.5mm×2.0mm 크기의 5조각으로 레이저 컷팅한 팬텀이었다(Fig. 1). 팬텀 거치대는 한국인의 성인 남성 표준 악궁과 하악골의 형태를 재현하여 만든 것으로 도식화한 악궁 형태의 중심선 내외측으로 1.5cm씩 총 3cm 두께를 부여한 말발굽 모양이었다. 팬텀 거치대의 총 4개 영역(전치부, 우측 소구치부, 좌측 대구치부, 우측 악관절부)에는 팬텀 홀더를 위치시키기 위한 홈이 있다. 이 말굽 형태의 거치대 하방으로 15cm 높이의 사각 기둥이 있으며, 이 바닥면에 삼각대 연결을 위한 나사 홈이 위치한다(Fig. 2).

##### (2) 해상도팬텀영상 촬영

국제전자공학위원회의 권고에 따라 X선원에는 0.8mm의 구리판을 부착하여 두개골에 의한 감쇠를 재현하였고, 팬텀 전방에는 6mm의 알루미늄

늑판을 부착하여 연조직에 의한 감쇠를 재현하였다(Fig. 3). 팬텀 거치대는 전치부 팬텀영상 획득시 팬텀 홀더를 위치시키기 위해 팬텀 거치대에 제작된 홈과 교합제(bite block)의 교합홈(bite groove)을 일치되도록 위치시켰다. 단, 전치부영상 획득 시에는 전치부 팬텀영상 획득시 팬텀 홀더를 위치시키기 위해 팬텀 거치대에 제작된 홈을 교합홈보다 5mm 후방에 위치시켰다.<sup>11</sup>

각 촬영장비에 거치대를 장착시킨 후 전치부에 레이저 커팅한 해상도팬텀 5개를 하나씩 위치시켜 촬영하여 5매의 팬텀영상을 얻었다. 동일한 방법으로 소구치부, 대구치부, 악관절부의 팬텀영상을 얻어, 각 촬영장비당 모두 20매의 팬텀영상을 얻었으며, 36대의 촬영장비에서 총 720매의 영상을 얻어 분석에 사용하였다(Fig. 4, 5). 촬영 조건은 각 촬영장비의 성인 남성 프로토콜에 따랐다. 얻어진 영상을 Digital Imaging and Communications in Medicine(DICOM) 형식으로 저장하였다.



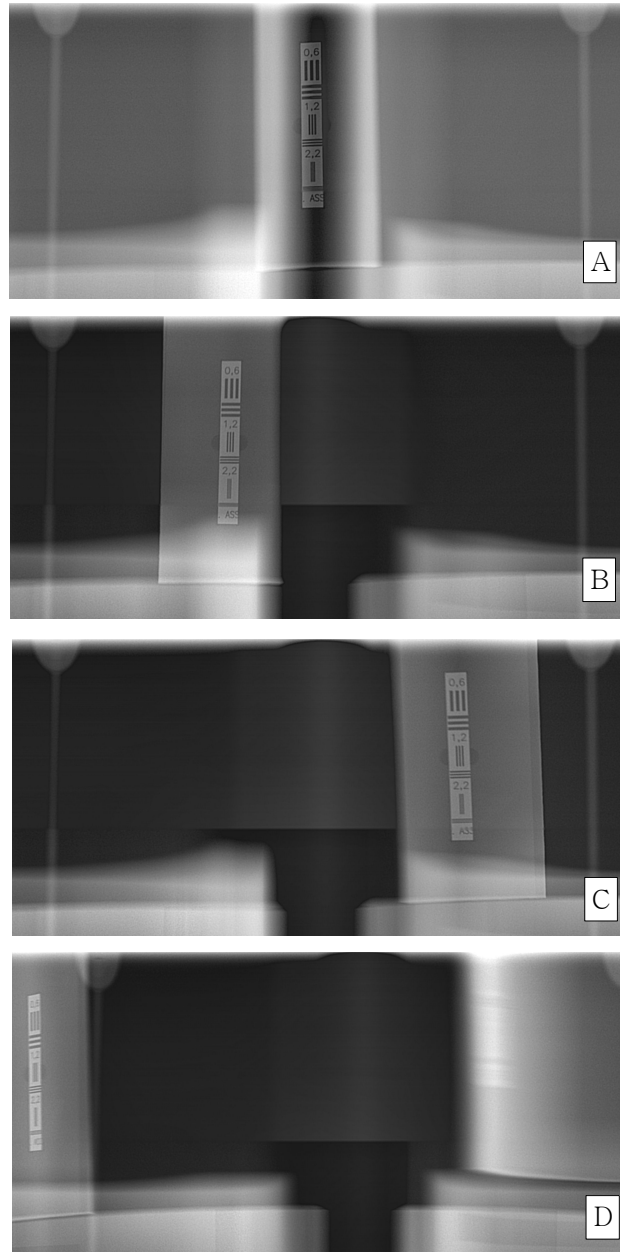
**Fig. 1. Spatial resolution test phantom.** (Left) Nuclear Associates model high precision X-ray test pattern 07-541 (Fluke Biomedical, New York, NY, USA) (Right) The test phantom that was laser cut into 5 pieces to make width of each piece 6 mm.



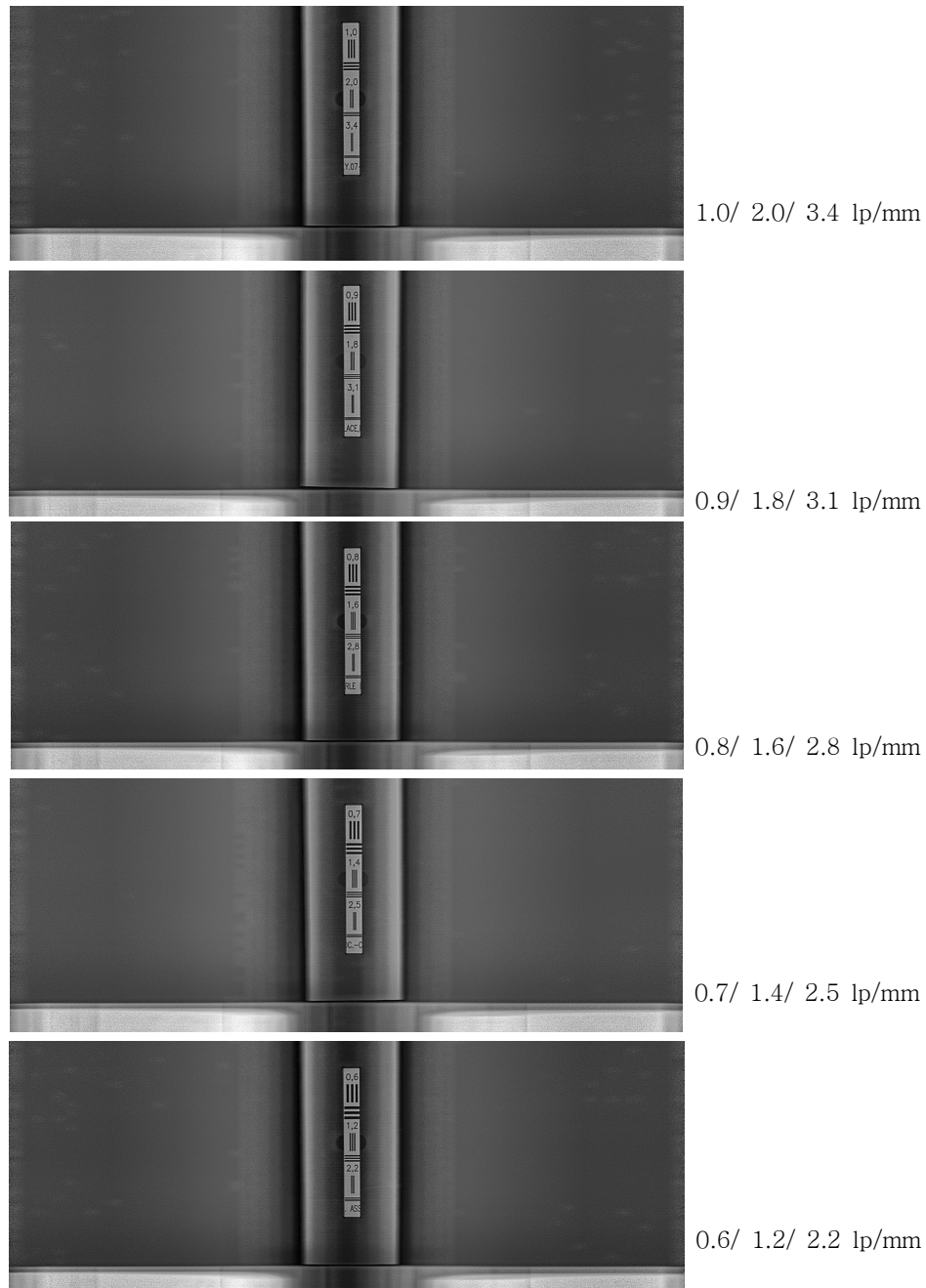
**Fig. 2. Phantom stand.** (Left) Slits were formed in order to align the center of incisor, right premolar, left molar and right condylar region. (Right) The phantom stand was positioned for image taking at digital panoramic radiography unit.



**Fig. 3. The reproduction of attenuation by skull and soft tissue.** (Left) 0.8 mm copper plate used for the reproduction of attenuation by skull. (Center) 6 mm Aluminium plate used for the reproduction of attenuation by soft tissue. (Right) 0.8 mm copper plate attached to the X-ray source and 6 mm aluminium plate in front of test phantom for image taking were shown.



**Fig. 4. Line pair phantom images of four regions.** The digital panoramic images that were taken at the position of incisor (A), right premolar (B), left molar (C) and right condylar regions (D) after moving line pair test phantom by using the holder.



**Fig. 5.** Each image of the resolution phantom cut into five pieces. The digital panoramic images that were taken at the position of incisor after changing five cutting line pair test phantom by using the holder.

## 2. 임상영상화질평가를 위한 파노라마방사선영상의 수집

해상도팬텀영상촬영을 시행한 치과병원과 의원에서 해당 장비로 최근 1년 내에 환자의 진단을 위해 촬영된 파노라마방사선영상을 나열한 후, 만 20세에서 40세 사이의 성인 환자 파노라마방사선영상을 무작위로 5매씩 선정하여 DICOM 형식으로 저장하였다. 완전 무치악이거나 상하악 전치 또는 구치가 모두 없는 영상은 제외하였으며, 심한 악기형을 보이는 영상도 제외하였다. 환자 정보 보호를 위해, 환자의 이름, 성별 등 환자 정보는 모두 제거하고 수집하였다. 36대의 디지털 파노라마방사선장비에서 총 180매의 임상파노라마방사선영상이 선정되었다.

## 3. 화질평가단의 선정

파노라마방사선영상의 평가를 위해 다음과 같이 평가자를 나누었다:

- 판정자 그룹: 구강악안면방사선학 전공 15년 이상의 구강악안면방사선과 교수 3인
- 전공자 그룹: 구강악안면방사선과 전문의 및 구강악안면방사선과 전공자 5인
- 비전공자 그룹: 구강악안면방사선과 비전공자 5인

## 4. 해상도팬텀영상평가

각 촬영장비에서 획득된 해상도팬텀영상을 화질평가단에게 무작위로 제공하여 각 장비별로 전치부, 소구치부, 대구치부, 악관절부의 수평 또는 수직 해상도 패턴을 관찰하여 최고 해상도를 기록하게 하였다. 해상도 평가시 평가자들의 해상도팬텀영상 확대와 대조도 변화는 자유롭게 허용하였다. 구강악안면방사선학 교수 3인은 해상도팬텀영상을 보고 각 장비의 부위별 해상도 값을 함께 평가하여 표준값(reference standard)으로 정하였다. 전공자 그룹과 비전공자 그룹의 평가자 10인은 각각 해상도팬텀영상을 보고 각 장비의 부위별 해상도 값을 평가하였다. 한달 후, 전공자 그룹과 비전공자 그룹의 평가자 10인은 각각 같은 해상도팬텀영상을 보고 각 장비의 부위별 해상도 값을 재평가하였다.

판정자 그룹의 해상도를 가지고 각 장비의 부위별 해상도에 차이가 있는지를 알아보았으며, 치과대학병원과 치과의원의 해상도의 차이와 디지털 파노라마영상장비가 CR 타입인지 DR 타입인지에 따른 해상도 차이를 알아보았다. 전공자 그룹과 비전공자 그룹의 평가자 10인이 두 번 평가한 값의 판독자 내 일치도를 알아보았으며, 판정자 그룹의 해상도와 전공자 그룹과 비전공자 그룹의 평가자들의 평가한 해상도 사이의 평가자간 일치도를 알아보았다.

## 5. 임상영상화질평가표를 이용한 평가

임상영상의 화질평가는 2013년 최보람<sup>14</sup>이 제시한 임상영상화질평가표를 이용하였다(Table 1, 첨부 1. 한글 번역본). 구강악안면방사선학 교수 3인이 무작위로 제공된 임상파노라마방사선영상을 함께 보고 임상영상화질평가표에 따라 평가를 시행하여 얻은 값을 표준값으로 하였다. 전공자 그룹과 비전공자 그룹의 평가자 10인도 각각 임상파노라마방사선영상을 보고 동일한 임상영상화질평가표에 따라 임상영상화질 평가를 시행하였다. 임상파노라마방사선영상의 확대와 대조도 변화는 허용되지 않았다.

임상영상화질평가표의 항목은 검사표지 6개(12점), 인공음영 2개(4점), 포함범위 1개(6점), 환자위치 및 움직임 5개(22점), 사진의 흑화도, 해상도, 선예도 및 대조도 10개(46점), 전문가의 전반적 화질평가(10점)로 구성되어 있다. 각각의 임상영상화질 평가 시 영상을 수합하는 과정에서 영상의 환자정보, 의원정보 및 장비에 관한 정보를 모두 제외하였기 때문에 검사표지 6항목에 대한 평가는 모두 최고 점수로 부여하였다.

한 달 후, 전공자 그룹과 비전공자 그룹의 판독자 10인은 각각 동일한 임상영상화질평가표에 따라 임상파노라마방사선영상을 재평가하였다.

평가자 그룹의 표준값을 대상으로 전반적 화질 등급을 분류하였으며, 치과대학병원과 치과의원의 임상영상화질의 차이가 있는지와 CR 타입과 DR 타입에 따른 임상영상화질의 차이가 있는지를 알아보았다. 장비의 모델별로, 제조회사별로, 그리고 제조년도별로 임상영상화질의 차이가



있는지를 분석하였다. 전반적 화질 등급에 영향을 미치는 영상영상화질 표의 개별항목을 알아보았다. 또한 해상도와 영상영상화질 사이에 상관관계가 있는지를 분석하였다. 전공자 그룹과 비전공자 그룹의 평가자 10인이 두 번 평가한 값의 판독자 내 일치도를 알아보았으며, 판정자 그룹의 표준값과 전공자 그룹과 비전공자 그룹의 평가자들의 평가한 값 사이의 평가자간 일치도를 알아보았다.

Table 1. Clinical image quality evaluation chart

	items	yes	no
1. Identification	Mark for left or right	2	0
	Study Date & Time	2	0
	Name	2	0
	Sex	2	0
	Age	2	0
	Registration number	2	0
2. Artifacts	Internal artifacts or artifacts of unknown origin (record any stains, scratches, static electricity, or detector error etc.): not present/present	2	0
	Artifacts caused by external factors (the patient's earrings, removable prosthesis, etc): Not present/present	2	0
3. Coverage area	1. Temporomandibular joint, 2. Mandibular angle and inferior border of mandible, 3. Inferior border of the orbit : satisfy 1,2,3/ satisfy two of all/satisfy 1 or nothing	6	3/0
4. Patient positioning or movement	Correct positioning of jaws on image focal trough(layer): adequate/out of image focal trough but diagnosable/ unsuitable for diagnosis	4	2/0
	Occlusal plane: adequate/flat/inverted V or V shape	6	3/0
	Right-left symmetry: symmetric/The discrepancy is less than 1/2 of the width in M-D of mandibular 1st molar/over than 1/2 of the width in M-D of mandibular 1st molar	4	2/0
	Blurring of anterior region due to overlapping of spinal column: not present/present but don't interfere with diagnosis/unsuitable for diagnosis	4	2/0
	Patient movement- Continuity of anatomic structures: Continuity/step sign under 2 mm/step sign over 2 mm	4	2/0
5. Density, contrast and resolution or sharpness of image	Ability to distinguish between the enamel and dentin: almost distinguishable/indistinguishable in 2/6 of the region/ indistinguishable in 4/6 of the region	6	3/0
	Ability to observe alveolar bone in the alveolar crest: almost clear/partially clear in 2/6 of the region/not clear in 4/6 of the region	4	2/0
	Distinguishable PDL space and lamina dura: almost distinguishable/indistinguishable in 2/6 of the region/indistinguishable in 4/6 of the region	4	2/0
	Accuracy of root shape: almost clear/partially clear in 2/6 of the region/not clear in 4/6 of the region	4	2/0
	Metal artifact: distinguishable with secondary caries/ indistinguishable in 2/6 of the region/indistinguishable in 4/6 of the region	4	2/0
	Distinguishable the trabecular pattern in alveolar bone: almost distinguishable/indistinguishable in 2/6 of the region/ indistinguishable in 4/6 of the region	4	2/0
	Overall image contrast: adequate/partially inadequate/almost inadequate	6	3/0
	Overall image density: homogeneous/partially inhomogeneous/ almost heterogeneous	6	3/0
	Overall image sharpness or resolution: clear/partially blurred/ almost not clear	6	3/0
	Noise: not present/present	2	0
6.Overall image quality grade by expert	optimal for obtaining diagnosis information/adequate for diagnosis/poor, but diagnosable /unrecognizable, too poor for diagnosis	10	8/6/0
Total score		100	

## 6. 통계학적 분석

### (1) 판정자 그룹의 평가 결과 통계분석

각 영상장비의 평균 해상도는 해상도팬텀영상의 네 부위 해상도의 평균으로 하였다. 각 장비의 전치부, 소구치부, 대구치부, 악관절부의 해상도와 평균 해상도를 분석하고, 부위별 차이가 있는지를 알아보기 위해, 일원배치 분산분석(one-way Anova)를 시행하였다. 사후 검정(Post-Hoc analysis)은 Scheffe test를 사용하였다. 치과대학병원과 치과의원으로 나누어 전치부, 소구치부, 대구치부, 악관절부의 해상도와 평균 해상도의 차이가 있는지를 독립표본 T 검정(Student t-test)으로 분석하였다. 또한 디지털 파노라마영상장비가 CR 타입인지 DR 타입인지에 따라 두 그룹으로 나누어 전치부, 소구치부, 대구치부, 악관절부의 해상도와 평균 해상도의 차이가 있는지를 독립표본 T 검정(Student t-test)으로 알아보았다. 치과대학병원의 CR 타입 장비와 치과대학병원의 DR 타입 장비, 그리고 치과의원의 DR 타입 장비의 세 군으로 나누어 네 부위의 해상도와 평균 해상도 차이를 일원배치 분산분석(one-way Anova)으로 알아보았다.

임상영상화질 평가를 모두 시행한 후 점수를 합산하여 총점을 기록하였다. 전반적 화질 등급과 임상영상화질평가의 총점 간의 점수 분포를 분석한 후, Box-Plot 그래프를 이용하여 관계를 알아보고, 일원배치 분산분석(one-way Anova)을 시행하였다. 사후 검정(Post-Hoc analysis)은 Scheffe test를 사용하였다. 임상영상화질평가의 총점이 치과대학병원과 치과의원간에 차이가 있는지와 CR 타입과 DR 타입에 차이가 있는지를 알아보기 위해 각각 독립표본 T 검정(Student t-test)을 계산하였다. 치과대학병원의 CR 타입과 치과대학병원의 DR 타입, 치과의원의 DR 타입의 세 그룹간의 임상영상화질평가 총점의 차이를 알아보기 위해 일원배치 분산분석(one-way Anova)를 시행하였다. 사후 검정(Post-Hoc analysis)은 Scheffe test를 사용하였다. 장비의 모델별로, 제조회사별로, 그리고 제조년도별로 나누어 임상영상화질평가의 총점간의 관계를 일원배치 분산분석(one-way Anova)으로 분석하였다. 사후

검정(Post-Hoc analysis)은 Scheffe test를 사용하였다. 전반적 화질 등급에 영향을 미치는 임상영상화질표의 개별항목을 알아보기 위해 Spearman 상관분석을 이용하였다.

각 디지털 파노라마방사선장비에서 얻어진 평균 해상도와 임상영상화질 평가의 전반적 화질 등급과의 관계를 분석하고, Box-Plot 그래프를 그려본 후, 일원배치 분산분석(one-way Anova)을 시행하였다. 사후 검정(Post-Hoc analysis)은 Scheffe test를 사용하였다. 평균 해상도와 임상영상화질평가의 총점과의 상관관계는 Pearson 상관분석으로 분석하였다.

## (2) 평가자 내 일치도와 평가자간 일치도

10인의 평가자가 두 번 측정한 해상도의 평가자 내 일치도는 급내상관계수(Intra-Class Correlation Coefficient; ICC)로 산출하였다. 평가자가 두 번 측정한 해상도를 평균내어 평가자의 평균 해상도를 구하였으며, 그 평균 해상도와 판정자 그룹의 해상도 간의 급내상관계수(Intra-Class Correlation Coefficient; ICC)를 계산하여 평가자간 일치도를 구하였다.

10인의 평가자가 두 번 평가한 임상영상화질표의 개별항목 내 평가자 내 일치도는 kappa 값을 구하여 알아보았다. 10인의 평가자의 개별항목 점수와 기준값의 개별항목 점수간의 평가자간 일치도도 kappa 값을 산출하였다. 10인이 평가한 두 번의 임상영상화질평가의 총점의 평가자 내 일치도는 급내상관계수(Intra-Class Correlation Coefficient; ICC)를 계산하였다. 평가자들이 평가한 두 번의 임상영상화질평가의 총점 평균값과 판정자 그룹의 임상영상화질평가의 총점 간의 급내상관계수(Intra-Class Correlation Coefficient; ICC)를 분석하여 평가자간 일치도를 알아보았다. 모든 통계는 SPSS-PC version 21(IBM Inc., New York, NY, USA)를 사용하였다.

## IV. 연구결과

### 1. 판정자 그룹의 평가 결과

#### (1) 해상도팬텀영상평가

구강악안면방사선과 교수 3인이 함께 36대의 파노라마방사선장비에서 얻어진 720매의 해상도팬텀영상에서 네 부위의 해상도를 측정하였다.

파노라마방사선장비에서 측정된 해상도는 1.8~3.4lp/mm 사이로 나타났다. 평균은 2.84lp/mm였다. 측정된 전치부, 소구치부, 대구치부, 악관절부와 평균 해상도의 평균과 표준편차는 표 2와 같았다. 악관절부의 해상도가 전치부, 소구치부, 대구치부와 평균 해상도보다 낮게 측정되었으나, 통계학적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(ANOVA,  $p > 0.05$ ).

치과대학병원의 파노라마방사선장비에서 얻어진 해상도는 전치부, 소구치부, 악관절부 해상도와 평균 해상도가 치과의원의 파노라마방사선장비에서 얻어진 해상도보다 높게 나타났으나, 구치부 해상도는 유의한 차이를 나타내지 않았다(Table 3). CR 타입의 파노라마방사선장비에서 얻어진 해상도는 소구치부, 악관절부 해상도와 평균 해상도가 DR 타입의 파노라마방사선장비에서 얻어진 해상도보다 높게 나타났으나, 전치부와 구치부의 해상도는 유의한 차이가 없었다(Table 4). 치과대학병원의 CR 타입 장비와 치과대학병원의 DR 타입 장비, 그리고 치과의원의 DR 타입 장비의 세 군으로 나누어 해상도를 비교하였을 때는 치과의원의 DR 타입 장비의 해상도가 치과대학병원의 CR 타입과 DR 타입 장비의 해상도보다 부위별로 낮게 나타났으나, 통계학적으로는 유의한 차이를 나타내지 않았다(Table 5, ANOVA,  $p > 0.05$ ).

**Table 2. Line pair values in digital panoramic radiography**

	incisor	premolar	molar	condyle	average
line pair value	2.87±0.07	2.85±0.76	2.83±0.08	2.65±0.06	2.84±0.56

**Table 3. Line pair values between university dental hospital and dental clinic**

	University dental hospital	Dental clinic
Incisor	3.02±0.19*	2.80±0.45*
Premolar	3.02±0.19*	2.77±0.52*
Molar	2.94±0.16	2.78±0.54
Condyle	2.86±0.12*	2.56±0.43*
Average	2.96±0.11*	2.73±0.47*

∗: The mean difference was significant at the 0.05 level (Student t-test)

**Table 4. Line pair values between DR type and CR type**

	CR type	DR type
Incisor	3.00±0.15	2.84±0.43
Premolar	3.05±0.12*	2.81±0.49*
Molar	2.95±0.16	2.81±0.50
Condyle	2.80±0.00*	2.62±0.41*
Average	2.96±0.07*	2.77±0.44*

∗: The mean difference was significant at the 0.05 level (Student t-test)

Table 5. Line pair values among the DR and CR type of university dental hospital, and DR type of dental clinic

	CR type of university dental hospital	DR type of university dental hospital	DR type of dental clinic
Incisor	3.00±0.15	3.04±0.20	2.80±0.45
Premolar	3.05±0.12	2.98±0.21	2.77±0.52
Molar	2.95±0.16	2.92±0.16	2.78±0.54
Condyle	2.80±0.00	2.92±0.12	2.56±0.43
Average	2.96±0.07	2.97±0.15	2.73±0.47

## (2) 임상영상화질평가

구강악안면방사선과 교수 3인이 함께 36대의 파노라마방사선장비에서 획득한 180매의 임상파노라마방사선영상을 임상화질평가표에 의거하여 평가하고, 총점을 계산하였다.

총점의 최저 점수는 40점이었고, 최고 점수는 100점이었으며, 평균은 73.97점이었다. 75%에 해당하는 총점은 84점이었다. 전반적 화질등급을 네 그룹으로 분류하였는데, 그룹 별 영상의 개수는 A: optimal for obtaining diagnosis information(좋은) 영상이 8매, B: adequate for diagnosis(보통) 영상이 39매, C: poor, but diagnosable(나쁘지만 진단 가능한) 영상이 101매, D: unrecognizable, too poor for diagnosis(진단 불가능한) 영상이 32매였다. 영상의 전반적 화질등급에 따른 그룹별 총점의 평균 및 표준편차는 Table 6과 같다. 총점은 좋은 영상에서 94~100점, 보통 영상에서 83~96점, 나쁘지만 진단 가능한 영상에서 61~86점, 진단 불가능한 영상에서 40~62점을 나타내었다. 그룹 내 점수 분포를 나타낸 Box-plot 그래프(Figure 6)를 보면, 좋은 영상에서 진단 불가능한 영상으로 갈수록 전반적으로 점수가 낮아지고 있다. 전반적 화질평가에 따라 나뉜 네 개의 그룹 간 평균 차이의 유의성을 통계학적으로 증명하기 위해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 Scheffe의 다중 비교법을 시행한 결과, 각 그룹간 차이가 통계학적으로 유의하였다(Table 7).

치과대학병원의 파노라마방사선장비에서 획득한 임상영상화질의 총점은 치과의원에서 획득한 영상화질의 총점보다 통계적으로 유의하게 높았다(Table 8). CR 타입의 파노라마방사선장비에서 얻어진 임상영상화질의 총점은 DR 타입에서 얻어진 임상영상화질의 총점보다 높았다(Table 9). 치과대학병원의 CR 타입 장비와 치과대학병원의 DR 타입 장비, 그리고 치과의원의 DR 타입 장비의 세 군으로 나누어 임상영상화질의 총점을 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)로 분석한 결과, 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 하지만 Scheffe의 다중비교법으로 사후 검정 결과, 치과대학병원의 CR 타입과 DR 타입 장비에서 얻어진 임상영상화질의 총점은 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 치과의원의 DR



타입 장비에서 얻어진 임상영상화질의 총점이 치과대학병원의 CR 타입과 DR 타입 장비에서 얻어진 임상영상화질의 총점보다 유의하게 낮게 나타났다(Table 10).

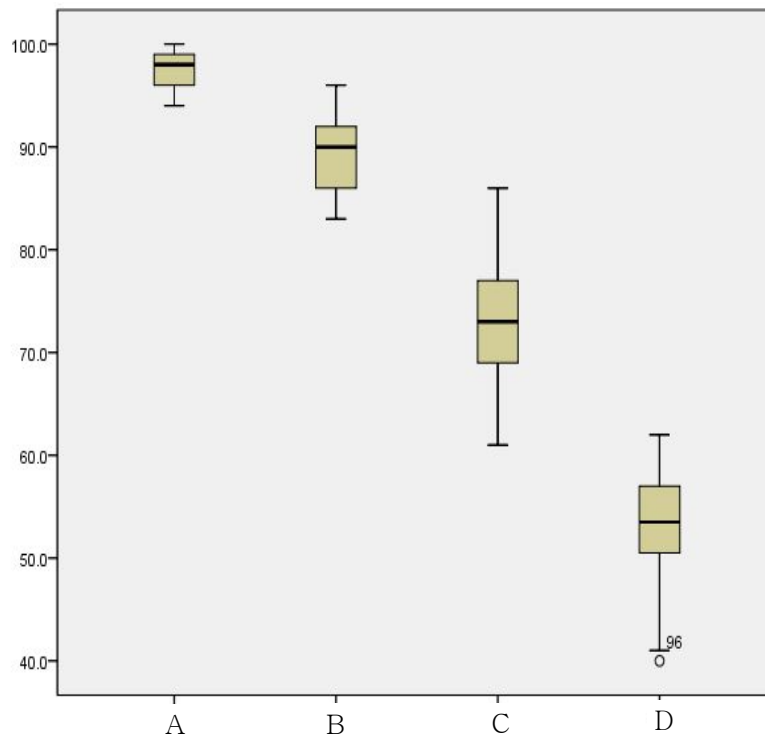
파노라마방사선장비를 모델명으로 나누었을 때 15그룹으로 분류되었고, 그룹별 총점의 평균과 표준편차는 Table 11과 같다. 각 모델 그룹별 임상영상화질의 총점을 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)으로 분석하고 Scheffe의 다중비교법으로 사후 검정 결과, 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다(Table 12). 파노라마방사선장비를 제조회사로 나누었을 때 7그룹으로 나누어졌고, 그룹별 총점의 평균과 표준편차는 Table 13과 같다. 제조회사 그룹별 임상영상화질의 총점을 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)으로 분석하고 Scheffe의 다중비교법으로 사후 검정 결과, 그룹 간에 유의한 차이를 나타내었다(Table 14). 하지만, 파노라마방사선장비의 제조년도와 임상영상화질의 총점과는 유의한 차이가 없었다(ANOVA,  $p > 0.05$ ).

전반적 화질등급과 개별항목간의 Spearman 상관분석 결과는 Table 15와 같다. 이 중 상관관계가 통계학적으로 유의성 있게 나온 항목은 외부에 의한 인공음영, 포함범위, 상층 내 악골의 위치 적정성, 교합평면, 경추의 중첩으로 인한 전치부 영상의 흐림, 상아법랑경계의 구분 가능성, 치조정 부위의 치조골의 관찰 정도, 치주인대강과 치조백선의 구분 가능성, 치근 형태의 정확성, 금속 주위 음영, 해면골 골소주의 관찰, 영상의 전반적 대조도, 영상의 전반적 흑화도, 영상의 전반적 선예도 또는 해상도, 노이즈였다. 특히 ‘해면골 골소주의 관찰’ 항목과 ‘영상의 전반적인 선예도 또는 해상도’ 항목이 전반적 화질등급과 아주 강한 상관관계를 나타냈다.

**Table 6. Mean values and standard deviation of total score of overall image quality grade**

Overall image quality grade	M	SD
A: Optimal for obtaining diagnosis information	97.50	2.14
B: Adequate for diagnosis	88.92	3.49
C: Poor, but diagnosable	72.88	5.82
D: Unrecognizable, too poor for diagnosis	53.28	5.24
Total (A+ B+ C+ D)	73.97	13.31

M: mean value, SD: standard deviation



**Fig. 6. Total score distribution in clinical image quality grade**

A: optimal for obtaining diagnosis information, B: adequate for diagnosis, C: poor, but diagnosable, D: unrecognizable, too poor for diagnosis

**Table 7. Meaningful differences among the total score of the overall image quality grade group to the one-way ANOVA results**  
multiple comparisons by Scheffe test  
total score

	A	B	C	D
A		*	*	*
B	*		*	*
C	*	*		*
D	*	*	*	

∗: The mean difference was significant at the 0.05 level

**Table 8. Total score of clinical image quality evaluation between university dental hospital and dental clinic**

	University dental hospital	Dental clinic
Total score	86.53±7.88*	68.44±11.31*

∗: The mean difference was significant at the 0.05 level (Student t-test)

**Table 9. Total score of clinical image quality evaluation between DR type and CR type**

	CR type	DR type
Total score	85.50±8.52*	71.66±12.90*

∗: The mean difference was significant at the 0.05 level (Student t-test)

**Table 10. Total score of clinical image quality evaluation among the DR and CR type of university dental hospital, and DR type of dental clinic**

	DR type of university dental hospital (A)	CR type of university dental hospital (B)	DR type of dental clinic (C)
Total score	87.76±7.00*	85.50±8.52 <sup>†</sup>	68.44±11.31 <sup>*†</sup>

\*,<sup>†</sup>: The mean difference was significant at the 0.05 level (one-way ANOVA)

multiple comparisons by Scheffe test

total score

	A	B	C
A			*
B			*
C	*	*	

\*: The mean difference was significant at the 0.05 level

Table 11. Mean values and standard deviation of total score of clinical image quality evaluation among the model group of panoramic radiography unit

Model	M	SD
A	57.00	13.30
B	58.40	11.37
C	58.60	7.59
D	66.70	11.69
E	66.80	4.09
F	66.92	11.81
G	70.23	7.36
H	72.60	5.03
I	74.40	3.44
J	78.40	8.10
K	83.47	9.26
L	84.00	5.05
M	86.30	5.40
N	87.72	7.41
O	95.80	6.26

M: mean value, SD: standard deviation

Table 12. Meaningful differences among the total score of clinical image quality evaluation of model group of panoramic radiography unit to the one-way ANOVA results

multiple comparisons by Scheffe test

total score

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A							*	*	*	*	*	*	*	*	*
B								*	*	*	*	*	*	*	*
C								*	*	*	*	*	*	*	*
D											*	*	*	*	*
E											*	*	*	*	*
F											*	*	*	*	*
G	*										*	*	*	*	*
H	*	*	*										*	*	*
I	*	*	*											*	*
J	*	*	*												*
K	*	*	*	*	*	*	*								*
L	*	*	*	*	*	*	*								*
M	*	*	*	*	*	*	*	*							
N	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
O	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			

\*: The mean difference was significant at the 0.05 level

Table 13. Mean values and standard deviation of total score of clinical image quality evaluation among the company group of panoramic radiography unit

Company	M	SD
A	61.90	10.62
B	66.70	11.69
C	68.85	11.80
D	71.20	15.84
E	74.40	3.44
F	78.40	8.10
G	86.16	7.76

M: mean value, SD: standard deviation

Table 14. Meaningful differences among the total score of clinical image quality evaluation of company group of panoramic radiography unit to the one-way ANOVA results

multiple comparisons by Scheffe test

total score

	A	B	C	D	F	G
A					*	*
B						*
C						*
D						*
E						*
F	*					
G	*	*	*	*	*	

\*: The mean difference was significant at the 0.05 level

Table 15. Spearman Correlation coefficients among each subscale of clinical image quality evaluation chart and overall image quality grade group

Subscale of evaluation chart	rho	p
Artifacts caused by external factors	.495**	.000
Coverage area	.258**	.000
Correct positioning of jaws on image focal trough	.445**	.000
Occlusal plane	.322**	.000
Right-left symmetry	.144	.530
Blurring of anterior region due to overlapping of spinal column	.343**	.000
Ability to distinguish between the enamel and dentin	.488**	.000
Ability to observe alveolar bone in the alveolar crest	.621**	.000
Distinguishable PDL space and lamina dura	.667**	.000
Accuracy of root shape	.667**	.000
Metal artifact	.269**	.000
Distinguishable the trabecular pattern in alveolar bone	.774**	.000
Overall image contrast	.281**	.000
Overall image density	.443**	.000
Overall image sharpness or resolution	.751**	.000
Noise	.220**	.003

rho: Spearman correlation coefficient, p: probability, \*\*: Correlation was significant at the 0.01 level.

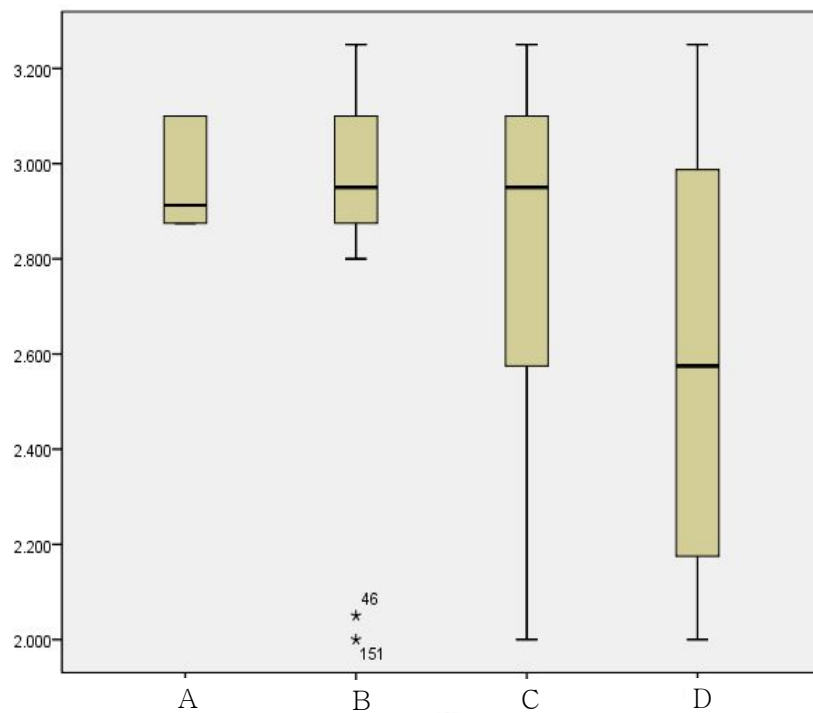


### (3) 해상도팬텀영상평가와 임상영상화질평가의 비교

파노라마방사선장비의 평균 해상도를 임상영상화질평가 결과와 비교하였다.

평균 해상도는 모두 2.0lp/mm 이상이었으며 전반적 화질등급 간의 평균 해상도 분포를 나타낸 Box-plot 그래프(Figure 7)에서 좋은 영상에서 진단 불가능한 영상으로 갈수록 평균 해상도가 낮아지는 경향을 나타내었다. 전반적 화질등급 간 평균 해상도 차이의 유의성을 통계학적으로 증명하기 위해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과, 그룹간에 통계적으로 유의한 차이를 나타내었고, Scheffe의 다중비교법으로 사후 검정 결과 ‘보통’ 영상의 평균 해상도와 ‘진단 불가능한’ 영상의 평균 해상도가 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다(Table 16).

평균 해상도와 임상영상화질평가의 총점의 상관관계는 Pearson 상관분석으로 분석하였으며, 0.304로 약한 상관관계를 나타내었다(Table 17).



**Fig. 7. Average line pair value distribution in clinical image quality grade**

A: optimal for obtaining diagnosis information, B: adequate for diagnosis, C: poor, but diagnosable, D: unrecognizable, too poor for diagnosis

**Table 16. Meaningful differences among the average line pair value of the overall image quality grade group to the one-way ANOVA results multiple comparisons by Scheffe test**  
average line pair

	A	B	C	D
A				
B				*
C				
D		*		

\*: The mean difference was significant at the 0.05 level

Table 17. Pearson's correlation analysis between total score and overall image quality grade group

		Overall image quality grade group
Total score	Pearson's coefficient	0.304**
	<i>p</i>	.000

*p*: probability, \*\*: Correlation was significant at the 0.01 level.

## 2. 평가자 내 일치도와 평가자간 일치도

### (1) 해상도팬텀영상평가

구강악안면방사선과 전공자 그룹 5인과 비전공자 5인, 총 10인이 각각 해상도팬텀영상을 보고 해상도를 한달 간격으로 두 번 측정하였다.

10인이 두 번 측정한 해상도의 평가자 내 일치도는 급내상관계수로 산출하였다. 급내상관계수 지수는 전공자 그룹에서 0.879 이상, 비전공자 그룹에서 0.708 이상으로 나타나 평가자 내 일치도가 매우 높았다 (Table 18).

평가자간 일치도는 평가자당 두 번 측정한 해상도의 평균을 내어 판정자 그룹의 해상도와 비교하였으며, 급내상관계수를 측정하였다. 급내상관계수 지수는 전공자 그룹에서 0.898 이상, 비전공자 그룹에서 0.740 이상으로 평가자간의 일치도도 매우 높게 나타났다(Table 19).

**Table 18. Intra-observer reliability in line pair evaluation**

	observer	ICC	p
Oral and maxillofacial radiologists group	1	0.958	.000
	2	0.938	.000
	3	0.879	.000
	4	0.933	.000
	5	0.901	.000
Non-specialists group	6	0.826	.000
	7	0.896	.000
	8	0.708	.000
	9	0.710	.000
	10	0.820	.000

**Table 19. Inter-observer reliability in line pair evaluation**

	observer	ICC	p
Oral and maxillofacial radiologists group	1	0.974	.000
	2	0.948	.000
	3	0.921	.000
	4	0.966	.000
	5	0.898	.000
Non-specialists group	6	0.877	.000
	7	0.740	.000
	8	0.805	.000
	9	0.787	.000
	10	0.843	.000

## (2) 임상영상화질평가

구강악안면방사선과 전공자 그룹 5인과 비전공자 5인, 총 10인이 각각 임상영상화질을 한달 간격으로 두 번 측정하였다.

10인이 두 번 측정한 임상영상화질표의 개별 항목별 평가자 내 일치도는 kappa 값을 구하여 분석하였다. 전공자 그룹의 개별항목별 kappa 값은 모두 0.503~0.962 사이로 평가자 내 일치도는 좋게 나타났다. 비전공자 그룹의 개별항목별 kappa 값은 0.236~0.705 사이로 매우 다양한 값을 나타냈다. 비전공자는 한 평가자 내에서도 개별항목별로 kappa 값의 차이가 매우 컸다.

개별항목 평가점수를 합한 총점의 평가자 내 일치도는 급내상관계수를 측정하였다. 전공자 그룹에서 총점의 급내상관계수 지수는 0.939~0.956으로 총점의 평가자 내 일치도는 매우 높게 나타났다. 비전공자 그룹에서는 총점의 급내상관계수 지수가 0.368~0.787로 평가자마다 평가자 내 일치도에 차이가 있었다(Table 20).

개별항목의 평가자간 일치도를 알기 위해 판정자 그룹의 개별항목 점수와 평가자의 개별항목 점수 간의 kappa 값을 구하였다. 전공자 그룹의 개별항목별 kappa 값은 모두 0.400~0.936 사이로 평가자간 일치도가 좋게 나타났다. 비전공자 그룹의 개별항목별 kappa 값은 0.062~0.717 사이로 매우 다양한 값을 나타내었다. 임상영상화질평가표의 인공음영, 포함범위, 환자의 자세 및 움직임에 속하는 항목들에서 kappa 값이 가끔 0.4 이상으로 나타났으나, 대부분 0.4 아래로 평가자간 일치도가 좋지 않았으며, 영상의 흑화도, 대조도 및 선예도에 속하는 항목들과 전반적 영상화질 등급 항목의 kappa 값은 모두 0.4 아래로 판독자간 일치도가 낮았다.

개별항목 평가점수를 합한 총점의 평가자간 일치도는 급내상관계수를 구하여 평가하였다. 전공자 그룹에서 총점의 급내상관계수 지수는 0.917~0.947로 총점의 평가자간 일치도는 매우 높게 나타났다. 비전공자 그룹에서는 총점의 급내상관계수 지수가 -0.068~0.534로 평가자마다 평가자간 일치도에 차이가 나타났다(Table 21).

Table 20. Intra-observer reliability in total score of clinical image quality evaluation

	observer	ICC	p
Oral and maxillofacial radiologists group	1	0.946	.000
	2	0.948	.000
	3	0.946	.000
	4	0.939	.000
	5	0.956	.000
Non-specialists group	6	0.679	.000
	7	0.787	.000
	8	0.499	.000
	9	0.574	.000
	10	0.368	.000

Table 21. Inter-observer reliability in total score of clinical image quality evaluation

	observer	ICC	p
Oral and maxillofacial radiologists group	1	0.938	.000
	2	0.947	.000
	3	0.947	.000
	4	0.928	.000
	5	0.917	.000
Non-specialists group	6	0.315	.000
	7	-0.068	.820
	8	0.534	.000
	9	0.474	.000
	10	0.507	.000

## 첨부 1. 임상영상화질평가표(한글 번역본)

평가항목		예	아니 오
1. 일반 검사표지	좌우 방향표시	2	0
	촬영일시	2	0
	환자 성명	2	0
	환자 성별	2	0
	환자 나이	2	0
	등록번호	2	0
2. 인공음영	내부 또는 원인불명의 공음영 (얼룩, 흠집, 정전기, 검출기 이상등)이 없다.	2	0
3. 포함범위	외부에 의한 인공음영 (환자의 귀걸이, 가철성 보철물 등)이 없다.	2	0
	1. 측두하악관절. 2. 하악각과 하악 하연, 3. 안와 하연 :1,2,3을 모두 만족/1,2,3 중 둘을 만족/1,2,3 중 하나 이하 만족	6	3/0
4. 환자 자세 및 움직임	상층 내 악골의 위치 적정성: 악골이 상층에 적절히 위치/상층에서 벗어났으나 진단 가능함/상층에서 벗어나 진단 불가능	4	2/0
	교합평면: 적절/평편/역V 또는 V	6	3/0
	좌우 대칭성: 대칭/좌우 차이가 하악 제1대구치의 근원심 폭경의 1/2 미만 /좌우 차이가 하악 제1대구치의 근원심 폭경의 1/2 이상	4	2/0
	경추의 중첩으로 인한 전치부 영상의 흐림: 흐림이 없다/흐림이 있으나 진단 가능/진단 불가능	4	2/0
	환자 움직임-해부학적 구조물의 연속성: 연속성이 있다/연속성 결여 부위가 2mm 미만이다/연속성 결여 부위가 2mm 이상이다.	4	2/0
	5. 영상의 흑화도, 대조도 및 선예도	6	3/0
	상아법랑경계의 구분 가능성: 대부분 구분 가능하다/전체의 2/6부위에서 구분 가능하지 않다/전체의 4/6 부위에서 구분 가능하지 않다	6	3/0
	치조정 부위의 치조골의 관찰 정도: 선명하게 보인다/ 전체의 2/6 정도에서 선명하지 않다/전체의 4/6 부위에서 선명하지 않다	4	2/0
	치주인대강과 치조백선의 구분 가능성: 대부분 구분 가능하다/전체의 2/6부위에서 구분 가능하지 않다/전체의 4/6 부위에서 구분 가능하지 않다	4	2/0
	치근 형태의 정확성: 선명하게 보인다/전체의 2/6 정도에서 선명하지 않다/전체의 4/6 부위에서 선명하지 않다	4	2/0
5. 영상의 흑화도, 대조도 및 선예도	금속 주위 음영: 이차 우식과 구별 가능/전체의 2/6부위에서 구별 가능하지 않다/전체의 4/6 부위에서 구별 가능하지 않다	4	2/0
	해면골 골소주의 관찰: 전체 골소주가 잘 보인다/전체의 2/6부위에서 잘 관찰되지 않는다/전체의 4/6부위에서 잘 관찰되지 않는다	4	2/0
	영상의 전반적 대조도: 적절/일부 부적절/전체적으로 부적절	6	3/0
	영상의 전반적 흑화도: 균일/일부 불균일/전체적으로 불균일	6	3/0
	영상의 전반적 선예도 또는 해상도: 선명/일부 흐림/대부분 선명하지 않음	6	3/0
	노이즈: 존재하지 않음/존재함	2	0
	6. 전문가에 의한 전반적 영상 화질 등급	10	8/6/0
총점		100	



## V. 고찰

진단 X선 영상의 정도관리는 그 중요성이 점점 높아지면서 각국에서 정도관리 시스템이 확립되고 있으며, 그 기준이 더욱 명확해지고 높아지고 있다.<sup>34-36</sup> 대부분 좋은 영상이 나오기 위해서는 제반 장치 및 시설이 잘 관리되어야 한다는 기본 원칙 아래 결과물인 영상보다는 장치나 시설 점검에 대한 관리에 초점이 맞추어져 있다.

일반적으로 팬텀영상평가는 해상도팬텀과 대조도팬텀을 이용하여 시행되고 있다. 이러한 방법은 각 치과 병원에서 책임자인 치과의사가 modulation transfer function(MTF), noise power spectrum(NPS), detective quantum efficiency(DQE)와 같은 fundamental imaging metrics의 측정을 시행하기 어려움을 고려하여 임상에서 보다 용이하게 평가하고 사용할 수 있도록 고안된 것이다. 최근의 연구에서 측정 및 평가에 대한 이해가 쉬워 선택된 해상도팬텀인 Nuclear Associates model high precision X-ray test pattern 07-541(Fluke Biomedical, New York, NY, USA)을 본 연구에서도 사용하였다.

2012년 최다혜<sup>11</sup>의 연구에서는 5대의 디지털 파노라마방사선장비의 해상도를 측정하였으며, 한 대의 파노라마방사선장비의 전치부를 제외하고 모든 해상도가 2.5lp/mm 이상이라고 보고하였으나, 이번 연구에서는 해상도가 1.8~3.4lp/mm로 최다혜<sup>11</sup>의 연구에서보다 낮은 해상도를 나타내는 파노라마방사선장비가 나타났다. 이는 36대의 다양한 파노라마방사선장비를 측정하였기 때문으로 생각되며, 국내에 보급된 디지털 파노라마방사선장비는 이보다 다양하므로 1.8lp/mm보다 낮은 해상도를 나타내는 디지털 파노라마방사선장비도 존재할 수 있다고 생각한다. 기존의 해상도 측정은 전치부에 국한되어 있었으며, 2012년 최다혜<sup>11</sup>의 연구에서 전치부, 소구치부, 대구치부, 악관절부의 해상도 측정을 시행하여 한 영역의 해상도가 모든 부위의 해상도를 대표하는 총괄 해상도가 아님을 보고하였다. 이번 연구에서도 부위별 해상도의 차이가 0.6lp/mm까지 나타난 파노라마방사선장비가 다수 존재하여 전치부에 국한된 평가 방법은 한계

가 있음을 확인할 수 있었으며, 앞으로도 파노라마방사선장비의 해상도 측정시 모든 영역을 평가할 수 있는 해상도 팬텀을 사용해야 할 것이다.

치과대학병원의 파노라마방사선장비에서 얻어진 전치부, 소구치부, 악관절부 해상도와 평균 해상도가 치과의원보다 통계학적으로 유의하게 높게 나타났으나, 구치부 해상도는 차이를 보이지 않았고, CR 타입의 소구치부, 악관절부 해상도와 평균 해상도는 DR 타입보다 통계학적으로 유의하게 높게 나타났으나, 전치부와 구치부의 해상도는 차이가 나타나지 않았다. 이는 방사선장비의 구치부 해상도가 특히 장비별로 크게 차이가 나지 않음을 의미한다고 할 수 있겠다. 치과대학병원의 CR 타입 장비와 치과대학병원의 DR 타입 장비, 치과의원의 DR 타입 장비의 세 그룹을 비교했을 때는 네 부위의 해상도 차이가 통계학적으로 유의하게 나타나지 않았으므로, 치과대학과 치과의원의 일부 부위와 CR 타입과 DR 타입의 일부 부위가 해상도 차이가 나타났다고 하여 치과대학병원의 파노라마방사선장비의 해상도가 높거나, CR 타입의 해상도가 높다고 해석할 수 없다.

영상의 화질 평가는 궁극적으로 그 영상이 병소를 진단하기에 얼마나 적절한 영상인가를 판단하는 것이다. Rushton 등<sup>37</sup>의 연구에서는 일반 치과의원 41곳에서 총 1813매의 파노라마방사선영상을 수합하여 화질을 평가하는 연구를 시행하여 기술적 결함과 프로세싱 결함에 관한 세부항목을 정하여 오류를 평가하였고 최종적으로 ‘훌륭한’, ‘진단에 적합한’, 또는 ‘진단에 부적합한’ 영상으로 구분하였다. 그 결과 ‘훌륭한’ 영상으로 평가된 것은 전체의 0.8% 이었으며, ‘진단에 적합한’ 영상으로 평가된 것은 전체의 66.2%, ‘진단에 부적합한’ 영상은 전체의 33%였다. 2013년 최보람<sup>14</sup>의 연구에서는 ‘좋은’, ‘보통’, ‘나쁘지만 진단 가능한’, ‘진단 불가능한’으로 286개의 파노라마방사선영상을 분류한 결과 전체 영상의 3.1%(9/286)만 ‘진단 불가능한’ 영상으로 평가되었다. 이를 최보람<sup>14</sup>은 그 동안 디지털 기술의 많은 발전으로 인해 일정수준 이상의 화질이 보편화되었다고 볼 수도 있으나, 치과의원에서 영상을 보낼 때 의도적으로 잘 촬영된 영상만을 보냈을 가능성을 배제할 수 없다고 해석했다. 이번 연구에서는 영상을 보낼 때 의도적으로 잘 촬영된 영상만을 보낼 가능성

을 배제하기 위해 연구자 본인이 무작위로 영상을 수집하였으며, 180매의 파노라마방사선영상을 분류한 결과 전체 영상의 17.8%(32/180)가 ‘진단 불가능한’ 영상으로 평가되었다. 최보람<sup>14</sup>의 연구보다 ‘진단 불가능한’ 영상의 비율이 증가하였으며, 이는 최보람<sup>14</sup>의 연구에서 치과의원에서 잘 촬영된 영상만 보내졌거나, 화질관리가 잘되고 있는 의료기관만 연구에 참여하였을 가능성이 있음을 시사한다. 정확한 임상영상화질 평가를 위한 파노라마방사선영상의 획득 시 무작위로 수집하는 것이 매우 중요하여, 앞으로 화질 평가를 위한 연구나 검사 시행 시 이에 대한 고려가 필요할 것이다. 전반적 화질 평가에 있어서는 십여 년 전 영국의 연구에 비해 현재 한국의 파노라마방사선영상의 전반적인 화질 수준이 높다고 볼 수 있다. Rushton 등<sup>37</sup>의 연구에서는 파노라마방사선영상의 화질 수준을 ‘진단에 적합한’ 영상이 90% 이상이 되게끔 목표를 설정하는 것으로 결론짓고 있다. 이는 그 당시 수준에서는 전체의 33%가 진단에 부적합할 정도로 화질 수준이 낮았기 때문이었다. 최보람<sup>14</sup>의 연구에서는 이미 전체의 96% 이상이 ‘나쁘지만 진단 가능한’ 수준 이상이었으며, 이번 연구에서는 전체의 82.2%가 ‘나쁘지만 진단 가능한’ 수준 이상이었다. 하지만 대부분의 영상인 56.1%이 ‘나쁘지만 진단 가능한’으로 나타났으며, 앞으로는 대부분의 영상을 ‘보통’ 수준 이상으로 높이도록 해야할 것이다.

이번 연구에서 화질 평가 총점의 평균은 73.97점이었고, 75%에 해당하는 총점은 84점으로 나타나, 2012년 최보람 등<sup>12</sup>의 77.9점과 88점보다 약간 낮았다. 이러한 결과는 위에서 언급한 것처럼 최보람 등<sup>12</sup>의 연구에서 치과의원에서 잘 촬영된 영상만 보내졌거나, 화질관리가 잘되고 있는 의료기관에서만 연구에 참여하였을 가능성 때문인 것 같다.

전반적 화질 평가에 따라 나뉜 네 그룹(좋은, 보통, 나쁘지만 진단 가능한, 진단 불가능한) 영상 간 평균의 차이는 통계학적으로 유의하게 나타났다. 이는 2012년 최다혜<sup>11</sup>와 2013년 최보람<sup>14</sup>의 연구 결과와 일치한다. 이는 이번 연구에 사용된 임상영상평가표가 파노라마방사선영상의 화질 수준을 반영한다는 것을 의미한다.

치과대학병원의 CR 타입 장비와 치과대학병원의 DR 타입 장비, 그리고

치과의원의 DR 타입 장비의 임상영상화질 평가의 총점을 비교한 결과, 치과대학병원의 CR 타입 장비와 DR 타입 장비가 모두 치과의원의 DR 타입 장비보다 총점이 통계학적으로 유의하게 높게 나타났으며, 치과대학병원의 CR 타입 장비와 DR 타입 장비 간에는 통계학적인 차이가 없었다. 임상영상화질 평가의 총점이 장비의 종류와 관계없이 치과대학병원에서 높게 나타났으며, 이는 치과대학병원의 임상영상화질이 치과의원보다 좋음을 의미한다. 치과대학병원에서는 대개 자체적으로 정도관리를 시행하여 좋은 영상을 유지하기 위해 노력하고 있으며, 경험이 많은 교육된 방사선사에 의해 파노라마방사선영상을 얻고 있다. 또한 구강악안면방사선과 전공자의 엄격한 판단에 의해 잘못 촬영된 영상의 즉각적인 재촬영이 시행되고 있다. 하지만, 치과의원에서는 경험이 부족한 촬영자들이 파노라마방사선영상을 촬영하는 경우가 많으며, 치과의사가 정도관리에 대한 인식이 부족한 경우가 많아 치과의원의 임상영상화질이 낮게 나타난 것으로 해석된다. 이러한 임상영상화질의 저하는 진단의 부적절함을 야기하고, 잘못된 치료로 이어질 수 있다. 따라서 앞으로 치과의원의 임상영상화질을 향상하기 위해 올바른 화질평가 및 정도관리 기준을 확립하여 치과의원에 올바른 관리 방향을 제시해주어야 할 것이다. 동시에, 전문가들이 효과적으로 정도관리를 실행하고 지도 및 감독 역할을 수행할 수 있는 교육 프로그램이 보다 체계화되고 강화되어야 할 것이다.

파노라마방사선장비를 모델명으로 분류하여 모델별 임상영상화질 평가의 총점을 분석해보니, 특정 모델들의 평균이 80점을 넘어 임상영상화질이 높게 나타났다. 제조회사별로 분류하였을 때 총점이 높게 나온 모델들을 제조한 제조회사의 임상영상화질 평가의 총점이 높게 나타났다. 2012년 최다혜<sup>11</sup>의 연구에서는 장비의 종류와 임상화질평가 총점과는 유의미한 차이를 보이지 않는다고 하였는데, 이는 총 5대의 제한된 수의 파노라마방사선장비를 대상으로 하였기 때문일 수 있다. 하지만 이번 연구에서도 총점이 비교적 높게 나온 모델과 제조회사에 속한 파노라마방사선장비의 대부분이 치과대학병원에 속한 장비여서 이 모델이나 제조회사가 특히 좋은 임상영상화질을 제공한다고 단정할 수는 없다. 특정 모

텔과 임상영상화질과의 관계를 정확히 알기 위해서는 치과대학병원과 치과의원에서 동시에 사용하는 같은 모델의 파노라마방사선영상이 다수 필요할 것이다. 임상영상화질 평가의 총점과 제조년도와의 차이는 나타나지 않았으며, 이는 2012년 최다혜<sup>11</sup>의 연구 결과와 동일하여, 장비의 연식보다는 적절한 유지, 관리가 임상화질에 더 중요함을 반증하는 것으로 생각된다.

평가표의 개별항목과 전반적 화질등급간의 상관관계 분석 결과를 보면, 대부분 항목들에서 유의성 있는 결과가 나타났는데 이는 이 연구에 사용된 2013년 최보람<sup>14</sup>이 제시한 임상영상평가표가 전문가의 판단에 상응하는 객관성을 확보하고 있다고 해석할 수 있다. 영상의 흑화도, 대조도 및 선예도에 속한 항목들이 대개 강한 상관관계를 나타내었는데, 이는 2012년 최보람 등<sup>12</sup>의 연구 결과에서 화질에 특히 영향을 미치는 요인을 촬영시 환자의 위치와 영상의 흑화도, 선예도, 대조도라고 보고한 것과 유사하다.

파노라마방사선장비의 평균 해상도와 임상영상화질 평가의 전반적 화질등급은 좋은 영상에서 진단 불가능한 영상으로 갈수록 평균 해상도가 낮아지는 경향을 나타내었으며, 평균해상도와 임상영상화질 평가의 총점간에도 유의성 있는 결과가 나타나, 장비의 해상도가 임상영상화질에 영향을 나타냄을 보여주었다. 2012년 최다혜<sup>11</sup>는 Deutsches Institut für Normung e.V.(DIN)에서 제시한 최소 요구 해상도인 2.5lp/mm 이상에서는 해상도와 화질등급평가 점수가 상관관계를 나타내지 않았으며, 최소 요구 해상도 미만의 값을 보이는 경우 부위별 화질등급평가에 영향을 미친다고 하였다. 또한 2.5lp/mm 이상의 해상도를 나타내는 파노라마방사선장비의 임상영상화질이 진단 불가능한 영상으로 나올 수 있다고 하였으며, 이번 연구에서도 같은 결과를 나타내었다. 2013년 최다혜 등<sup>13</sup>은 팬텀을 이용하여 파노라마방사선영상의 화질을 부위별로 따로 평가하여, 임상적으로 적절한 화질을 보이는 파노라마방사선영상의 기준이 되는 해상도(reference line pair)를 전치부에서는 3.19lp/mm, 소구치와 악관절부에서는 2.32lp/mm, 대구치에서는 1.88lp/mm로 제시하였다. 이번 연구에서는 파노라마방사선영상의 전체적인 화질을 평가하여 해상도와

비교하였으며, 최다혜 등<sup>13</sup>이 제시한 기준 해상도보다 낮은 해상도를 나타내는 파노라마방사선장비의 임상영상화질이 보통 영상이거나, 기준 해상도보다 높은 해상도를 나타내는 파노라마방사선장비의 임상영상화질이 진단 불가능한 영상을 나타내는 경우도 있었다. 이처럼 해상도는 임상영상화질 평가의 필요조건이 될 수는 있으나 충분조건이 될 수는 없다. 해상도팬텀영상 평가만으로는 장치 평가에 한계를 가질 수 있으므로 국제전자공학위원회에서 권고한 바와 같이 해상도팬텀영상평가와 더불어 대조도팬텀영상평가가 필요할 것으로 사료되며, 이에 관한 연구가 추가적으로 이루어져야 한다.

2012년 최다혜<sup>11</sup>의 연구에서는 해상도를 2인의 비전공자 평가자가 평가하였으며, 평가자간 일치도가 0.590 이상으로 충분한 일치도를 나타내었다. 이번 연구에서는 구강악안면방사선과 전공자 그룹과 비전공자 그룹 평가자 총 10인의 평가자가 판독하였으며, 모든 평가자에서 두 번의 해상도 평가의 평가자 내 일치도는 0.708 이상, 판정자 그룹과의 평가자간 일치도는 0.740 이상으로 일치도가 높게 나타나, 해상도 평가는 임상현장에서 일반치과의사들이 정기적으로 사용하기에 적절하다고 생각된다.

지금까지 국내외의 선행 연구들에서 화질 평가는 전문가들에 의해 이루어졌다.<sup>11-14,38-40</sup> 국내 선행 연구에서 2012년 최다혜<sup>11</sup>, 2013년 최다혜 등<sup>13</sup>과 2013년 최보람<sup>14</sup>은 구강악안면전공자들의 일치도가 상당히 높았다고 보고하였다. 이번 연구에서는 구강악안면방사선과 전공자 그룹과 비전공자 그룹의 평가자로 나누어 임상영상화질의 평가에 대한 적절성을 알아보았다. 개별항목의 일치도를 보기 위해 사용된 kappa 값은 0.75 보다 크면 훌륭한(excellent) 일치도, 0.40에서 0.75 사이면 좋은(fair or good) 일치도, 0.40보다 작으면 나쁜(poor) 일치도를 가진다고 해석한다. 임상영상화질 평가의 개별항목과 총점에 대한 10인의 평가자 내 일치도와 판정자 그룹과의 평가자간 일치도는 구강악안면방사선과 전공자 그룹과 비전공자 그룹에서 차이가 있었다. 구강악안면방사선과 전공자 그룹의 평가자 내 일치도와 평가자간 일치도는 모두 0.40 이상으로 좋은 것으로 나타났으나, 비전공자 그룹의 평가자 내 일치도와 평가자간

일치도는 평가자별로도 차이가 심했고, 같은 평가자 내에서도 항목별로도 차이가 심했다. 비전공자 그룹은 일부 개별항목에 대한 판독자 내 일치도가 낮게 나타나 임상영상화질 평가 항목에 대한 객관적인 기준이 미흡함을 보여주었다. 특히 비전공자 그룹의 판독자간 일치도는 대개 낮은 일치도를 보여, 임상영상화질 평가를 비전공자가 시행하기에는 무리가 있는 것으로 생각된다. 임상영상화질의 평가는 전문가의 정확한 판단이 그 기준이 되어야 할 것이다.

정립된 파노라마방사선검사의 화질 관리를 통해 장비 및 영상의 질이 확보되고, 이에 부족한 연구들이 추후에 진행된다면, 정도관리 프로토콜이 좀 더 구체적으로 마련될 수 있을 것이라 생각된다. 이렇게 마련된 정도관리 시스템이 잘 실행된다면, 전반적인 치과의료 수준의 향상 및 국민 건강권 확보를 기대할 수 있으며, 궁극적으로 우리나라 치과의료의 발전에 기여하는 결과를 창출할 것이다.

## VI. 결론

해상도 평가는 비전문가인 치과의사가 주기적으로 검사하기에 충분할 것으로 생각되나, 임상영상평가는 훈련된 구강악안면방사선과 전문의 및 전공자들의 평가가 필요하다. 이번에 사용된 임상영상화질평가표는 대부분 평가 항목과 전반적 화질과의 상관관계가 높은 항목들로 구성되어 있으며, 전문가의 평가도 포함되어 영상의 전반적 화질을 반영하는, 객관적이고 신뢰할 만한 평가표라는 것을 보여주었다.

이러한 해상도 평가와 임상영상화질 평가를 통한 영상 화질 관리는 구체적이고, 체계적인 파노라마방사선영상 화질평가를 가능케 할 것이며, 궁극적으로 영상검사의 질 확보, 의료 수준의 향상, 방사선 피폭 감소 등의 긍정적 결과를 가져올 것이다.



## VII. 참고문헌

1. 김정민. 진단용 방사선 발생장치의 자가 정도관리 프로토콜 개발. 과제번호 13172방사선574. 식품의약품안전평가원 2013.
2. Farman AG. Panoramic corporation. panoramic radiology: seminars on maxillofacial imaging and interpretation. Berlin; New York: Springer 2007: 33-9.
3. The selection of patients for dental radiographic examinations. revised. American Dental Association/United States Department of Health and Human Services. 2004: 1-23.
4. Parsons DM, Kim Y, Haynor DR. Quality control of cathode-ray tube monitors for medical imaging using a simple photometer. J Digit Imaging 1995; 8: 10-20.
5. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology: principles and interpretation 6th ed. St. Luise; Mosby 2009: 175-79.
6. 최준일. 영상의학검사의 정도관리. 대한영상의학회지 2004; 50: 317-31.
7. 특수의료장비의 설치 및 운영에 관한 규칙. 보건복지부령 제146호, 2012.8.2, 일부개정
8. 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙. 보건복지부령 제185호 2011.11.25, 타법개정
9. 한국의료영상품질관리원. 품질관리검사안내 및 신청. Available from: <http://www.ikiami.or.kr/apply/KMI301QD.aspx>
10. 강희두. 치과 진단용 방사선 영상평가 검사기준에 관한 연구. 과제번호 09142방사선511 식품의약품안전평가원 2009.
11. 최다혜. 화질평가표와 한국인의 표준 악궁을 재현한 팬텀 거치대를 이용한 디지털 파노라마방사선영상의 화질평가. 서울대학교 박사학위 논문. 2012.
12. Choi BR, Choi DH, Huh KH, Yi WJ, Heo MS, Choi SC et al. Clinical image quality evaluation for panoramic radiography in Korean dental clinics. Imaging Sci Dent 2012; 42: 183-90.

13. Choi DH, Choi BR, Choi JW, Huh KH, Yi WJ, Heo MS et al. Reference line-pair values of panoramic radiographs using an arch-form phantom stand to assess clinical image quality. Imaging Sci Dent 2013; 43: 7-15.
14. 최보람. 파노라마방사선영상의 새로운 임상영상화질평가표 개발. 서울대학교 박사학위 논문. 2013.
15. 김은경. 치과X선 검사에서의 환자선량 권고량 마련을 위한 연구. 과제번호 09142방사선510. 식품의약품안전평가원 2009.
16. 대한방사선의학회. 방사선과 진료표준집. 대한방사선의학회 1999.
17. 박석희. 단순촬영의 정도관리. 대한방사선의학회 2001.
18. 정수영. 유방촬영술 화질관리 지침. 대한방사선의학회 2001.
19. 김동익. MRI 부문 화질 관리. 대한방사선의학회 2001.
20. 성동욱. 단순촬영 검사의 정도관리. 대한방사선의학회 2002.
21. 정태섭. 자기공명전산화단층촬영장치(MRI)의 성능평가 기준개발. 식품 의약품안정청 2002.
22. 최연현. 유방촬영용 X-선 장치의 성능평가 기준개발. 식품의약품안정청 2002.
23. 이경수. 전산화단층 X-선 촬영장치의 성능평가 기준개발. 식품의약품 안정청 2002.
24. 도영수. 혈관조영 X선장치의 안전관리기준 개발. 식품의약품안정청 2003.
25. 양승오. X선 골밀도 측정기의 성능평가기준 개발. 식품의약품안정청 2003.
26. 손은주, 김은경, 고경희, 김영아, 오기근, 정선양 등. 유방촬영술 팬텀 영상의 실태분석. 대한방사선의학회지 2003; 49: 421-25.
27. 하현권. X-선 투시촬영술의 정도관리 지침서. 한국보건산업진흥원 2003.
28. 대한방사선의학회 유방방사선과학연구회. 유방촬영술 정도관리 2001. 대한방사선의학회 2001.
29. 대한의사협회. 특수의료장비의 설치-운영 및 품질관리에 관한

- 규칙에 대한 의사협회의 의견. 대한의사협회 2002.
30. 이성훈. 유방촬영술 정도관리를 위한 현장조사, 팬텀검사 및 임상영상 평가. 대한영상의학회지 2005; 53; 117-27.
31. 한국의료영상품질관리원. 유방촬영용장치정도관리점검표.  
<http://www.ikiami.or.kr/Data/KMI502QD.aspx?seq=222&comment=0>
32. IEC(International Standard). Evaluation and routine testing in medical imaging departments. 2000; 61223-3-4.
33. Image quality assurance in diagnostic X-ray departments - Part 151: acceptance testing of dental radiographic equipment accordance to RÖV-rules for the inspection of image quality after installation maintenance and modification. 2009; DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.).
34. European guidelines on radiation protection in dental radiology. Chapter 5 Quality standards and quality assurance 2004.
35. Quality control recommendations for diagnostic radiography Vol. 1 dental facilities. CRCPD 2001.
36. Radiation protection in dentistry. Recommendations of the National Council On Radiation Protection and Measurements (NCRP) report No.145. 2006.
37. Rushton VE, Horner K, Worthington HV. The quality of panoramic radiographs in a sample of general dental practices. Br Dent J 1999; 186: 630-3.
38. Brezden N A, Brooks S L. Evaluation of panoramic dental radiographs taken in private practice. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1987; 63: 617-621.
39. Akesson L. Panoramic radiography for the assessment of marginal bone level. Swed Dent J 1991; Supplement 78: 101-29.
40. Schiff T, D'Ambrosio J, Glass B J, Langlais R P, McDavid W D. Common positioning and technical errors in panoramic radiography. J Am Dent Assoc 1986; 113: 422-26.

## Abstract

# Relationship between resolution and clinical image quality and effect of evaluator in digital panoramic radiography

Tae-In Gang

Department of Oral and Maxillofacial Radiology  
The Graduate School  
Seoul National University  
(Directed by Prof. Soon-Chul Choi, DDS, MSD, PhD)

## 1. Objectives

The purpose of this study was to evaluate the resolution and clinical image quality in digital panoramic radiography. We analyzed the observer's effect in the panoramic image quality evaluation.

## 2. Materials and methods

The line pair test phantom that was cut 5 pieces was chosen for measuring the spatial resolution of digital radiography and horse shoe-shaped test phantom stand fabricated according to the standard Korean male arch form was used. After the phantom stand was positioned for image taking at digital panoramic

radiography unit, the 5 piece line pair test phantom was placed on the incisor region of the phantom stand one by one. Panoramic radiographs were taken following the manufacture's protocol for the adult male, and phantom image was taken 5 times on anterior region. Same method was applied on premolar, molar, temporomandibular joint region, and 20 phantom images were taken by each unit. Thirty-six digital panoramic radiographic units were used and total line pair images were 720. Five clinical panoramic images were randomly collected from each panoramic radiography unit and total images were 180.

Three oral and maxillofacial professors evaluated the line pair images and clinical panoramic images and compared line pair values with clinical image quality. Five oral and maxillofacial radiologists and five non-radiologists interpreted the line pair images and the clinical panoramic images. The line pair values and clinical image quality of ten observers compared with those of three professors.

### **3. Results**

The mean of the evaluated line pair values was 2.84 lp/mm (maximum possible: 3.4), with the highest and lowest line pair values 3.4 and 1.8, respectively. The mean of the total scores according to the clinical image quality evaluation chart was 73.97 (maximum possible: 100), with the highest and lowest scores 100 and 40, respectively. Difference in the mean values among the overall image quality grade groups (A: optimal for obtaining diagnosis information, B: adequate for diagnosis, C: poor, but diagnosable, D: unrecognizable, too poor for diagnosis) was statistically significant ( $p < .05$ ). The total scores of the clinical image quality evaluation in the university dental hospitals were

significantly higher than those in the dental clinics. Evaluated by Spearman analysis, the categories of distinguishable the trabecular pattern in alveolar bone and overall image resolution were strong correlation with overall image quality grades. The average line pair values among the overall image quality grade groups differed with statistically significance. Positive correlation was found between the average line pair values and the total scores of the clinical image quality evaluation.

The intra- and inter-observer agreement was good for all observers in line pair evaluation. The intra- and inter-observer agreement of oral and maxillofacial radiologists was good in clinical image quality evaluation but, that of non-specialists was almost poor.

#### **4. Conclusion**

Line pair evaluation is adequate for dentists as non-radiologists, but clinical image quality needs to be evaluated by experienced oral and maxillofacial radiologists.

Eventually, processing quality assurance with this line pair and clinical image evaluation will guarantee a proper quality of image, improve standard of dental care and decrease radiation exposure.

---

Keywords: Radiography, Panoramic, Quality control, Observer variation  
Student number: 2005-30732